

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-227033

(43)Date of publication of application : 15.08.2000

(51)Int.Cl.

F02D 13/02

F01L 1/34

F01L 13/00

(21)Application number : 11-028619

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 05.02.1999

(72)Inventor : YOSHIKI KOICHI

TSUJII KEIJI

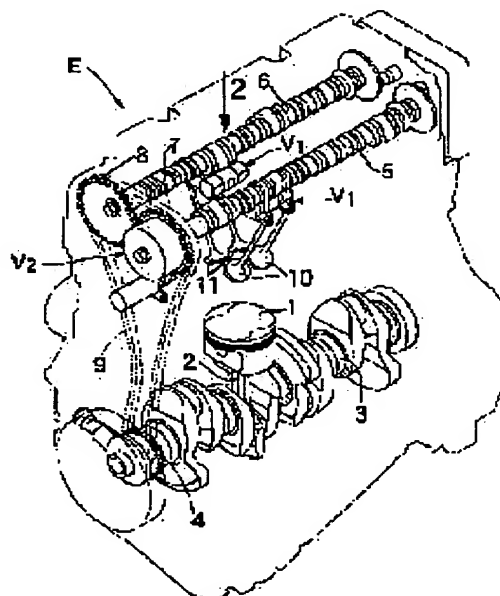
WAKUI MASAYUKI

(54) VALVE SYSTEM CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reconcile responsiveness and a focusing property without depending on the operational condition of an internal combustion engine, in performing valve actuation characteristic variable control for focusing deviation between solid and target cam phases of the internal combustion engine.

SOLUTION: A valve actuation characteristic variable mechanism V2 for controlling a cam phase continuously is provided on the shaft end of a cam shaft 5 driven by a crankshaft 3 via a timing chain 9. The responsiveness and a focusing property can be reconciled by feedback-controlling the mechanism V2 when the deviation between target and solid cam phases is a threshold or less; and by feedforward controlling the mechanism V2 by basic operational quantity when the deviation exceeds the threshold. In performing the feedforward control, the focusing property in the feedforward control can be increased moreover by increasing the basic operational quantity with the high temperature of cooling water, or with the large deviation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-227033
(P2000-227033A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	G 3 G 0 1 6
F 0 1 L 1/34		F 0 1 L 1/34	E 3 G 0 9 2
13/00	3 0 1	13/00	3 0 1 V

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-28619

(22) 出願日 平成11年2月5日 (1999.2.5)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 吉木 浩一

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 辻井 敬二

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100071870

弁理士 落合 健 (外1名)

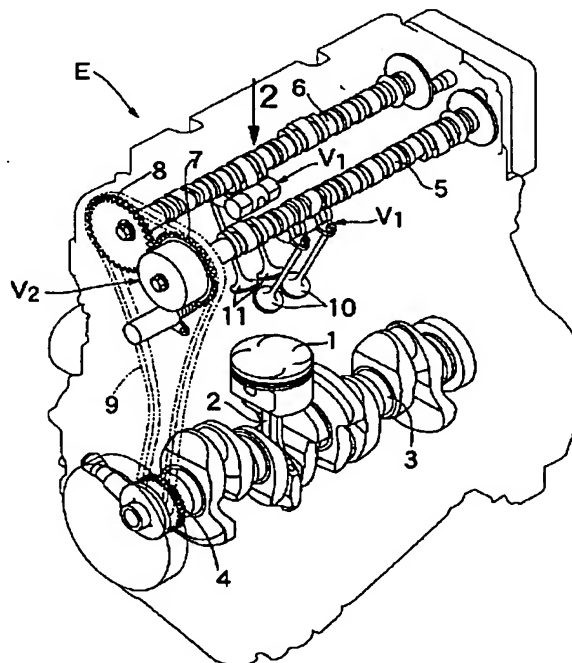
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の動弁制御装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の実カム位相と目標カム位相との偏差をゼロに収束させるバルブ作動特性可変制御を行う際に、内燃機関の運転状態によらずに応答性および収束性を両立させる。

【解決手段】 クランクシャフト3によりタイミングチェーン9を介して駆動されるカムシャフト5の軸端に、カム位相を無段階に制御し得るバルブ作動特性可変機構V₁を設ける。目標カム位相と実カム位相との偏差が閾値以下のときにバルブ作動特性可変機構V₁をフィードバック制御し、偏差が閾値を越えたときに基本操作量でフィードフォワード制御することにより、応答性および収束性を両立させる。フィードフォワード制御を行う際に、冷却水温が高いほど、あるいは前記偏差が大きいほど前記基本操作量を増加させることにより、フィードフォワード制御における収束性を一層高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関（E）のカム位相を連続的に変化させ得るカム位相可変型のバルブ作動特性可変機構（V₁）と；内燃機関（E）の運転状態に応じて設定された目標カム位相（CAINCMD）と実際に検出された実カム位相（CAIN）との偏差（DCAINCMD）に基づいて、該偏差（DCAINCMD）をゼロに収束させるべく前記バルブ作動特性可変機構（V₁）をフィードバック制御およびフィードフォワード制御し得る制御手段（U）と；を備えてなり、前記制御手段（U）は、前記偏差（DCAINCMD）がフィードフォワード判定閾値（#DCAINFRR）以下のときに前記バルブ作動特性可変機構（V₁）をフィードバック制御するとともに、前記偏差（DCAINCMD）が前記フィードフォワード判定閾値（#DCAINFRR）を越えたときに前記バルブ作動特性可変機構（V₁）を基本操作量（#DVLMT H2）でフィードフォワード制御する内燃機関の動弁制御装置であって、前記制御手段（U）は、機関温度（TW）が高いほど、あるいは前記偏差（DCAINCMD）が大きいほど、前記基本操作量（#DVLMT H2）を増加させることを特徴とする内燃機関の動弁制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カム切換型のバルブ作動特性可変機構と、このバルブ作動特性可変機構をフィードバック制御およびフィードフォワード制御する制御手段とを備えた内燃機関の動弁制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】吸気バルブや排気バルブの開閉時期を無段階に制御するカム位相可変型のバルブ作動特性可変機構を備えた内燃機関は、特開昭59-93964号公報、特公平5-43847号公報により公知である。

【0003】ところで、かかるバルブ作動特性可変機構において実カム位相と目標カム位相との偏差をゼロに収束させる制御を行う際に、偏差が大きいときにフィードバック制御を行うと応答性の確保は可能であるのに対して、実カム位相が目標カム位相をオーバーシュートして収束性の確保ができなくなる可能性がある。このような場合に、偏差が大きい間はフィードフォワード制御を行って収束性を確保し、偏差が小さくなってからフィードバック制御を行って応答性および収束性を両立させることが考えられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記フィードバック制御およびフィードフォワード制御の併用を行う場合、内燃機関の特定の運転状態では効果を発揮することができても、内燃機関の実際の広範囲な運転状態、例えば機関温度の高低によって十分な効果が得られなくなる可能性がある。

【0005】本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、内燃機関の実カム位相と目標カム位相との偏差をゼロに収束させるバルブ作動特性可変制御を行う際に、内燃機関の運転状態によらずに応答性および収束性を両立させることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載された発明によれば、内燃機関のカム位相を連続的に変化させ得るカム位相可変型のバルブ作動特性可変機構と；内燃機関の運転状態に応じて設定された目標カム位相と実際に検出された実カム位相との偏差に基づいて、該偏差をゼロに収束させるべく前記バルブ作動特性可変機構をフィードバック制御およびフィードフォワード制御し得る制御手段と；を備えてなり、前記制御手段は、前記偏差がフィードフォワード判定閾値以下のときに前記バルブ作動特性可変機構をフィードバック制御するとともに、前記偏差が前記フィードフォワード判定閾値を越えたときに前記バルブ作動特性可変機構を基本操作量でフィードフォワード制御する内燃機関の動弁制御装置であって、前記制御手段は、機関温度が高いほど、あるいは前記偏差が大きいほど、前記基本操作量を増加させることを特徴とする内燃機関の動弁制御装置が提案される。

【0007】上記構成によれば、目標カム位相と実カム位相との偏差がフィードフォワード判定閾値を越えたときにバルブ作動特性可変機構を基本操作量でフィードフォワード制御することにより、フィードバック制御を行ったときに懸念されるオーバーシュートの発生による収束性の低下を防止し、また偏差がフィードフォワード判定閾値以下になって前記オーバーシュートが発生する虞がなくなったときにバルブ作動特性可変機構をフィードバック制御することにより、高い応答性および収束性で実カム位相を目標カム位相に収束させることができる。しかもフィードフォワード制御を行う際に、機関温度が高いほど、あるいは偏差が大きいほど前記基本操作量を増加させるので、フィードフォワード制御における収束性を一層高めることができる。

【0008】尚、本発明のフィードフォワード判定閾値は実施例の第2フィードフォワード制御判定値#DCAINFRRに対応し、本発明の基本操作量は実施例の上限リミット値#DVLMT H2に対応し、本発明の機関温度は実施例の冷却水温TWに対応する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付図面に示した本発明の実施例に基づいて説明する。

【0010】図1～図14は本発明の一実施例を示すもので、図1は内燃機関の全体斜視図、図2は図1の2方向拡大視図、図3は図2の3-3線断面図、図4は図2の4-4線断面図、図5は図3の5-5線断面図、図6は図2の6-6線断面図、図7はバルブ作動特性可変

機構の油圧回路図、図8は第2油圧制御弁の縦断面図、図9は目標カム位相算出ルーチンのフローチャートの第1分図、図10は目標カム位相算出ルーチンのフローチャートの第2分図、図11は第2バルブ作動特性可変機構のフィードバック制御ルーチンの第1分図、図12は第2バルブ作動特性可変機構のフィードバック制御ルーチンの第2分図、図13は冷却水温TWから水温補正係数K T W C 1を検索するマップを示す図、図14は冷却水温TWあるいは偏差D C A I N C M Dから上限リミット値# D V L M T H 2を検索するマップを示す図である。

【0011】図1に示すように、4気筒DOHC型の内燃機関Eは、4個のピストン1…がコネクティングロッド2…を介して接続されたクランクシャフト3を備える。クランクシャフト3の軸端に設けた駆動スプロケット4と、吸気カムシャフト5および排気カムシャフト6の軸端にそれぞれ設けた従動スプロケット7、8とがタイミングチェーン9を介して接続されており、吸気カムシャフト5および排気カムシャフト6はクランクシャフト3の2回転について1回転の割合で回転駆動される。

【0012】4個の気筒のそれぞれについて、吸気カムシャフト5により駆動される2個の吸気バルブ10、10と、排気カムシャフト6により駆動される2個の排気バルブ11、11とが設けられる。吸気カムシャフト5および吸気バルブ10、10間、ならびに排気カムシャフト6および排気バルブ11、11間には、それらのバルブ10、10；11、11のバルブリフトおよび開角を2段階に変更する第1バルブ作動特性可変機構V₁、V₁がそれぞれ設けられる。また吸気カムシャフト5の軸端部には、吸気バルブ10、10の開閉時期を無段階に進角または遅角する第2バルブ作動特性可変機構V₂が設けられる。

【0013】吸気バルブ10、10側の第1バルブ作動特性可変機構V₁と、排気バルブ11、11側の第1バルブ作動特性可変機構V₁とは実質的に同一構造であるため、以下その代表として吸気バルブ10、10側の第1バルブ作動特性可変機構V₁の構造を、図2～図5に基づいて説明する。

【0014】吸気カムシャフト5には、各気筒に対応して一対の低速用カム14、14と、両低速用カム14、14に挟まれた高速用カム15とが設けられ、また吸気カムシャフト5よりも下方に平行に固定されたロッカーシャフト16には、前記低速用カム14、高速用カム15および低速用カム14にそれぞれ対応して、第1ロッカーアーム17、第2ロッカーアーム18および第3ロッカーアーム19が揺動自在に支持される。

【0015】一対の低速用カム14、14は、吸気カムシャフト5の半径方向に沿う突出量が比較的小さい高位部14₁と、ベース円部14₂とから構成される。高速用カム15は、その突出量が前記低速用カム14、1

4の高位部14₁、14₁の突出量よりも大きく、かつ広い角度範囲に亘る高位部15₁と、ベース円部15₂とから構成される。

【0016】吸気バルブ10、10のバルブステム20、20の上端には鏑部21、21が設けられており、シリンダヘッド22および鏑部21、21間に圧縮状態で装着されたバルブスプリング23、23によって吸気バルブ10、10は閉弁方向に付勢される。一端部をロッカーシャフト16に揺動自在に支持された第1、第3ロッカーアーム17、19は、その中間部に形成したカムスリッパ17₁、19₁が一対の低速用カム14₁、14₁にそれぞれ当接し、その他端部には吸気バルブ10、10のバルブステム20、20の上端に当接するタペットねじ24、24がそれぞれ進退自在に設けられる。

【0017】一対の吸気バルブ10、10間に配置され、その一端部をロッカーシャフト16に揺動自在に支持された第2ロッカーアーム18は、シリンダヘッド22との間に圧縮状態で装着された弾発付勢手段25で付勢され、その他端部に形成したカムスリッパ18₁が高速用カム15に当接する。前記弾発付勢手段25は、閉塞端を第2ロッカーアーム18に当接させた有底円筒状のリフタ26と、リフタ26を第2ロッカーアーム18に向けて付勢するリフタスプリング27とから構成される。

【0018】図5から明らかなように、第1、第2、第3ロッカーアーム17～19間の連結状態を切り換える連結切換機構31は、第3ロッカーアーム19および第2ロッカーアーム18間を連結し得る第1切換ビン32と、第2ロッカーアーム18および第1ロッカーアーム17間を連結し得る第2切換ビン33と、第1切換ビン32および第2切換ビン33の移動を規制する第3切換ビン34と、各切換ビン32～34を連結解除側に付勢する戻しばね35とを備える。

【0019】第3ロッカーアーム19には、ロッカーシャフト16と平行な有底のガイド孔19₁がその開放端を第2ロッカーアーム18側にして形成されており、このガイド孔19₁には前記第1切換ビン32が摺動自在に嵌合し、第1切換ビン32とガイド孔19₁の閉塞端との間に油圧室36が形成される。また第3ロッカーアーム19には油圧室36に連通する連通路37が形成され、ロッカーシャフト16内には油圧供給路38が形成される。連通路37および油圧供給路38は、ロッカーシャフト16の側壁に形成した連通路39を介して、第3ロッカーアーム19の揺動状態に関わらず常時連通する。

【0020】第2ロッカーアーム18には、前記ガイド孔19₁に対応する同一径のガイド孔18₁がロッカーシャフト16と平行に貫通しており、このガイド孔18₁に前記第2切換ビン33が摺動自在に嵌合する。

【0021】第1ロッカーアーム17には、前記ガイド

10

20

30

40

50

孔 18, に対応する同一径の有底円筒状のガイド孔 17, が、ロッカーシャフト 16 と平行かつ開放端を第 2 ロッカーアーム 18 側に形成されており、このガイド孔 17, に第 3 切換ビン 34 が摺動自在に嵌合する。しかも第 3 切換ビン 34 に一体に形成した軸部 34, はガイド孔 17, の閉塞端に形成した案内部 17, に摺動自在に案内される。戻しばね 35 は、第 3 切換ビン 34 に軸部 34, の外周に嵌合してガイド孔 17, の閉塞端および第 3 切換ビン 34 間に圧縮状態で装着され、この戻しばね 35 の弾発力で 3 本の切換ビン 32 ~ 34 は連結解除側、即ち油圧室 36 側に付勢される。

【0022】油圧室 36 に供給される油圧を解放すると 3 本の切換ビン 32 ~ 34 は戻しばね 35 の弾発力で連結解除側に移動し、この状態では第 1 切換ビン 32 および第 2 切換ビン 33 の当接面は第 3 ロッカーアーム 19 および第 2 ロッカーアーム 18 間にあり、第 2 切換ビン 33 および第 3 切換ビン 34 の当接面は第 2 ロッカーアーム 18 および第 1 ロッカーアーム 17 間にあり、従って第 1 ~ 第 3 ロッカーアーム 17 ~ 19 は非連結状態になっている。油圧室 36 に油圧を供給すると 3 本の切換ビン 32 ~ 34 は戻しばね 35 の弾発力に抗して連結側に移動し、第 1 切換ビン 32 がガイド孔 18, に嵌合し、第 2 切換ビン 33 がガイド孔 17, に嵌合して第 1 ~ 第 3 ロッカーアーム 17 ~ 19 は一体に連結される。

【0023】次に、図 2 および図 6 に基づいて、吸気カムシャフト 5 の軸端部に設けられた第 2 バルブ作動特性可変機構 V₂ の構造を説明する。

【0024】概略円筒状のボス部材 41 の中心に形成した支持孔 41, が吸気カムシャフト 5 の軸端部に同軸に嵌合し、ピン 42 およびボルト 43 で相対回転不能に結合される。タイミングチェーン 9 が巻き掛けられる従動スプロケット 7 は円形の凹部 7, を有して概略カップ状に形成されており、その外周にスプロケット歯 7, … が形成される。従動スプロケット 7 の凹部 7, に嵌合する環状のハウジング 44 と、更にその軸方向外側に重ね合わされたプレート 45 とが、それらを貫通する 4 本のボルト 46 … で従動スプロケット 7 に結合される。従って、吸気カムシャフト 5 と一体に結合されたボス部材 41 は、従動スプロケット 7、ハウジング 44 およびプレート 45 によって囲まれた空間に相対回転可能に収納される。ボス部材 41 を軸方向に貫通するピン孔 41, にロックピン 47 が摺動自在に嵌合しており、このロックピン 47 はプレート 45 との間に圧縮状態で装着したスプリング 48 によって従動スプロケット 7 に形成したロック孔 7, に係合する方向に付勢される。

【0025】ハウジング 44 の内部には、吸気カムシャフト 5 の軸線を中心とする扇状の凹部 44, … が 90° 間隔で 4 個形成されており、ボス部材 41 の外周から放射状に突出する 4 枚のペーン 49 … が、30° の中心角範囲で相対回転し得るように前記凹部 44, … に嵌合す

る。4 枚のペーン 49 … の先端に設けた 4 枚のシール部材 50 … が凹部 44, … の天井壁に摺動自在に当接し、かつハウジング 44 の内周面に設けた 4 枚のシール部材 51 … がボス部材 41 の外周面に摺動自在に当接することにより、各ペーン 49 の両側に進角室 52 および遅角室 53 がそれぞれ区画される。

【0026】吸気カムシャフト 5 の内部には進角用油路 54 および遅角用油路 55 が形成されており、進角用油路 54 はボス部材 41 を半径方向に貫通する 4 本の油路 56 … を介して 4 枚の進角室 52 … にそれぞれ連通するとともに、遅角用油路 55 はボス部材 41 を半径方向に貫通する 4 本の油路 57 … を介して 4 枚の遅角室 53 … にそれぞれ連通する。またロックピン 47 の頭部が嵌合する従動スプロケット 7 のロック孔 7, は、図示せぬ油路を介して何れかの進角室 52 に連通する。

【0027】而して、進角室 52 … に油圧が供給されていないとき、ロックピン 47 の頭部はスプリング 48 の弾発力で従動スプロケット 7 のロック孔 7, に嵌合し、図 6 に示すように従動スプロケット 7 に対して吸気カムシャフト 5 が反時計方向に相対回転した最遅角状態（最変位基準位置）にロックされる。この状態から進角室 52 … に供給する油圧を高めてゆくと、何れかの進角室 52 から伝達される油圧でロックピン 47 がスプリング 48 の弾発力に抗して従動スプロケット 7 のロック孔 7, から離脱するとともに、進角室 52 … および遅角室 53 … の油圧差でペーン 49 … で押されることにより従動スプロケット 7 に対して吸気カムシャフト 5 が時計方向（図 1 においては、内燃機関 E のクランクシャフト 3 の回転方向とは逆の反時計方向）に相対回転し、低速用カム 14, 14 および高速用カム 15 の位相が一体的に進角して吸気バルブ 10, 10 の開弁タイミングおよび閉弁タイミングが共に進み側に変化する。従って、進角室 52 … および遅角室 53 … の油圧を制御することにより、吸気バルブ 10, 10 の開閉時期を無段階に変化させることができる。

【0028】次に、図 7 に基づいて第 1、第 2 バルブ作動特性可変機構 V₁, V₂ の制御系を説明する。

【0029】オイルポンプ 61 がクランクケースの底部のオイルパン 62 から油路 L₁ を介して汲み上げたオイルは、内燃機関 E のクランクシャフト 3 まわりや動弁機構の潤滑油として、また第 1、第 2 バルブ作動特性可変機構 V₁, V₁, V₂ の作動油として油路 L₂ に吐出される。油路 L₂ から分岐して吸気側および排気側の第 1 バルブ作動特性可変機構 V₁, V₁ に連通する油路 L₂ には油圧を高低 2 段階に切り換える ON/OFF ソレノイドバルブよりなる第 1 油圧制御弁 63 が設けられる。また前記油路 L₂ から分岐して第 2 バルブ作動特性可変機構 V₂ に連通する油路 L₂ には油圧を無段階に制御するデューティソレノイドバルブよりなる第 2 油圧制御弁 64 が設けられる。

10

20

30

40

50

【0030】吸気カムシャフト5の位相を検出するカムシャフトセンサS₁からの信号、排気カムシャフト6の位相に基づいてピストン1…の上死点を検出するTDCセンサS₂からの信号、クランクシャフト3の位相を検出するクランクシャフトセンサS₃からの信号、吸気負圧を検出する吸気負圧センサS₄からの信号、冷却水温を検出する冷却水温センサS₅からの信号、スロットル開度を検出するスロットル開度センサS₆からの信号、エンジン回転数を検出するエンジン回転数センサS₇からの信号が入力される制御手段としての電子制御ユニットUは、第1バルブ作動特性可変機構V₁、V₂用の第1油圧制御弁63および第2バルブ作動特性可変機構V₂用の第2油圧制御弁64の作動を制御する。

【0031】次に、図8に基づいて第2バルブ作動特性可変機構V₂用の第2油圧制御弁64の構造を説明する。

【0032】第2油圧制御弁64は、円筒状のスリーブ65と、スリーブ65の内部に摺動自在に嵌合するスプール66と、スリーブ65に固定されてスプール66を駆動するデューティソレノイド67と、スプール66をデューティソレノイド67に向けて付勢するスプリング68とを備える。電子制御ユニットUからの指令でデューティソレノイド67の電流をデューティ制御することにより、スリーブ65に摺動自在に嵌合するスプール66の軸方向位置を無段階に変化させることができる。

【0033】スリーブ65には、中央の入力ポート69と、その両側に位置する遅角ポート70および進角ポート71と、それらの両側に位置する一対のドレンポート72、73とが形成される。一方、スリーブ65に摺動自在に嵌合するスプール66には、中央のグループ74と、その両側に位置する一対のランド75、76と、それらの両側に位置する一対のグループ77、78とが形成される。入力ポート69はオイルポンプ61に接続され、遅角ポート70は第2バルブ作動特性可変機構V₂の遅角室53…に接続され、進角ポート71は第2バルブ作動特性可変機構V₂の進角室52…に接続される。

【0034】次に、第1バルブ作動特性可変機構V₁の作用について説明する。

【0035】内燃機関Eの低速回転時には、電子制御ユニットUからの指令によりON/OFFソレノイドバルブよりなる第1油圧制御弁63がOFFし、オイルポンプ61から第1バルブ作動特性可変機構V₁の連結切換機構31に供給される油圧が遮断されると、ロッカーシャフト16内の油圧供給路38に連なる油圧室36に油圧が作用しなくなり、第1～第3切換ビン32～34は戻しばね35の弾発力で図5に示す連結解除位置に移動する。その結果、第1～第3ロッカーアーム17～19は相互に切り離され、2個の低速用カム14、14にカムスリッパ17₁、19₁を当接させた第1、第3ロッカーアーム17、19により2個の吸気バルブ10、1

0が開閉駆動される。このとき、高速用カム15にカムスリッパ18₁を当接させた第2ロッカーアーム18は、吸気バルブ10、10の作動とは無関係に空動する。

【0036】内燃機関Eの高速回転時には、電子制御ユニットUからの指令によりON/OFFソレノイドバルブよりなる第1油圧制御弁63がONし、オイルポンプ61から第1バルブ作動特性可変機構V₁の連結切換機構31に油圧が供給され、その油圧はロッカーシャフト16内の油圧供給路38から油圧室36に伝達される。その結果、第1～第3切換ビン32～34が戻しばね35の弾発力に抗して連結位置に移動し、第1、第2切換ビン32、33によって第1～第3ロッカーアーム17～19が一体に連結されるため、高位部15₁の高さおよび角度範囲が大きい高速用カム15にカムスリッパ18₁を当接させた第2ロッカーアーム18の揺動が、それと一体に連結された第1、第3ロッカーアーム17、19に伝達されて2個の吸気バルブ10、10が開閉駆動される。このとき、低速用カム14、14の高位部14₁、14₂は第1、第3ロッカーアーム17、19のカムスリッパ17₁、19₁から離れて空動する。

【0037】而して、内燃機関Eの低速回転時には吸気バルブ10、10を低バルブリフトおよび小開角で駆動し、内燃機関Eの高速回転時には吸気バルブ10、10を高バルブリフトおよび大開角で駆動することができる。尚、排気バルブ11、11のバルブリフトおよび開角も、それに対応する第1バルブ作動特性可変機構V₁によって、前述した吸気バルブ10、10と同様にして制御される。

【0038】次に、第2バルブ作動特性可変機構V₂の作用について説明する。

【0039】内燃機関Eの停止時に、第2バルブ作動特性可変機構V₂は遅角室53…が最大容積になり、かつ進角室52…の容積がゼロになった図6の状態にあり、ロックピン47が従動スプロケット7のロック孔7₇に嵌合した最遅角状態に保持される。内燃機関Eの始動によりオイルポンプ61が作動し、第2油圧制御弁64を介して進角室52…に伝達される油圧が所定値（例えば、1kg/cm²）を越え、前記油圧によりロックピン47がロック孔7₇から離脱して第2バルブ作動特性可変機構V₂は作動可能な状態になる。

【0040】この状態から、デューティソレノイド67のデューティ比を例えば50%以上に増加させると、図8においてスプール66がスプリング68に抗して中立位置よりも左側に移動し、オイルポンプ61に連なる入力ポート69がグループ74を介して進角ポート71に連通するとともに、遅角ポート70がグループ77を介してドレンポート72に連通する。その結果、第2バルブ作動特性可変機構V₂の進角室52…に油圧が作用するため、図6において従動スプロケット7に対して吸気

カムシャフト5が時計方向に相対回転し、吸気カムシャフト5のカム位相が進角側に連続的に変化する。そして目標とするカム位相が得られたときに、デューティソレノイド67のデューティ比を後述する高速用バルブタイミングに見合った設定値(例えば、50%)に設定して第2油圧制御弁64のスプール66を図8に示す中立位置に停止させ、入力ポート69を一对のランド75、76間に閉塞し、かつ遅角ポート70および進角ポート71をそれぞれランド75、76で閉塞することにより、従動スプロケット7および吸気カムシャフト5を一体化して前記カム位相を保持することができる。

【0041】吸気カムシャフト5のカム位相を遅角側に連続的に変化させるには、デューティソレノイド67のデューティ比を50%以下に減少させてスプール66を中立位置から右動させ、オイルポンプ61に連なる入力ポート69をグループ74を介して遅角ポート70に連通させるとともに、進角ポート71をグループ78を介してドレンポート73に連通させれば良い。そして目標とする位相が得られたときに、デューティソレノイド67のデューティ比を50%に設定してスプール66を図8に示す中立位置に停止させれば、入力ポート69、遅角ポート70および進角ポート71を閉塞して前記カム位相を保持することができる。

【0042】而して、第2バルブ作動特性可変機構V₂でクランクシャフト3の位相に対して吸気カムシャフト5の位相を変化させることにより、吸気バルブ10、10の開閉タイミングを、吸気カムシャフト5の回転角の30°の範囲(クランクシャフト3の回転角に換算すると60°の範囲)に亘って無段階に進角および遅角することが可能となる。

【0043】ところで、内燃機関Eが極低負荷・高速回転状態にあるとき、第1バルブ作動特性可変機構V₁は高速用バルブタンミング状態に制御され、第2バルブ作動特性可変機構V₂は最遅角状態に制御される。第2バルブ作動特性可変機構V₂を最遅角状態に設定するには、第2油圧制御弁64のデューティソレノイド67のデューティ比を0%にしてスプール66を図8中で右動させ、オイルポンプ61からのオイルを遅角室53…に供給すれば良いが、第1バルブ作動特性可変機構V₁および第2バルブ作動特性可変機構V₂は共通のオイルポンプ61から油圧の供給を受けるようになっているため、このようにすると遅角室53…からのオイルのリークによってオイルポンプ61から第1油圧制御弁63を経て第1バルブ作動特性可変機構V₁に供給されるオイルの量が減少し、オイルポンプ61の容量を十分に大きく設定しないと第1バルブ作動特性可変機構V₁による高速用バルブタンミング状態の設定が不安定になる虞がある。

【0044】そこで本実施例では、第1バルブ作動特性可変機構V₁が高速用バルブタンミング状態に制御され

ているとき、第2油圧制御弁64のデューティソレノイド67のデューティ比を高速用バルブタイミングに見合った設定値(例えば、50%)にして第2バルブ作動特性可変機構V₂を最遅角状態に固定する。即ち、デューティ比を0%にして遅角室53…に油圧を供給することにより、スプール66を図8中で右動させて第2バルブ作動特性可変機構V₂を最遅角状態に制御した後に、デューティ比を50%に保持してスプール66を中立位置に戻し、第2油圧制御弁64のオイルポンプ61に連なる入力ポート69を閉塞し、かつ進角室52…に連なる進角ポート71および遅角室53…に連なる遅角ポート70を閉塞する。

【0045】上記制御により、第2バルブ作動特性可変機構V₂が最遅角状態にあるときに、オイルポンプ61からの油圧を第2油圧制御弁64で遮断して第2バルブ作動特性可変機構V₂でのリークを防止することができるので、オイルポンプ61の容量を増加させることなく、第1バルブ作動特性可変機構V₁に高速用バルブタンミング状態を確立させるための油圧を確保してバルブ作動特性可変制御の確実性を保証することができる。しかも、第2油圧制御弁64のデューティソレノイド67のデューティ比を50%にしてスプール66を中立状態に保持するので、第2バルブ作動特性可変機構V₂のカム位相を最遅角状態から進角側に变化させる際に、進角室52…の油圧を速やかに立ち上げて応答性を高めることができる。

【0046】次に、第2バルブ作動特性可変機構V₂の作用をフローチャートを参照しながら更に詳細に説明する。

【0047】図9および図10のフローチャートは、目標カム位相CAINCMDを算出するルーチンを示すもので、このルーチンは所定時間毎に実行される。まず、ステップS11で内燃機関Eが始動モードにあるとき、ステップS12で始動後カム位相可変制御禁止タイマTMCAASTを所定時間#TMCAAST(例えば、5sec)にセットし、ステップS13で第2バルブ作動特性可変機構作動用ディレイタイマTMCADLYを所定時間#TMCADLY(例えば、500ms)にセットし、ステップS14で目標カム位相CAINCMDを0に設定し、ステップS15で第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を許可するか否かを示す第2バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF₂VTCを「0」(作動禁止中)にセットする。

【0048】内燃機関Eが始動し、前記ステップS11で始動モードを脱して基本モードになった後、ステップS16で始動後カム位相可変制御禁止タイマTMCAASTがタイムアップするまでは、前記ステップS13～S15に移行して第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を禁止し、始動後カム位相可変制御禁止タイマTMCAASTがタイムアップして始動後に5secが経過す

10

20

30

40

50

ると、ステップS17に移行する。ステップS17で第2バルブ作動特性可変機構故障フラグF_VTCNGが「1」（故障）にセットされているか、あるいはステップS18で他の故障が発生していれば、前記ステップS13～S15に移行して第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を禁止する。

【0049】前記ステップS17、S18で故障が発生していなければ、ステップS19でアイドルフラグF_IDLEを参照する。アイドルフラグF_IDLEが「1」にセットされていて内燃機関Eがアイドル運転状態にあるとき、例えば、スロットル開度センサS₁で検出したスロットル開度THが全閉開度であり、かつエンジン回転数センサS₂で検出したエンジン回転数NEが700rpm近傍のとき、前記ステップS13～S15に移行して第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を禁止する。

【0050】前記ステップS19でアイドルフラグF_IDLEが「0」にセットされていて内燃機関Eがアイドル運転状態でなければ、ステップS20で、冷却水温センサS₃で検出した冷却水温TWが下限値#TWV_TCL（例えば、0℃）および上限値#TWV_TCH（例えば、110℃）間にあり、かつエンジン回転数センサS₂で検出したエンジン回転数NEが下限値#NEV_TCL（例えば、1500rpm）未満であるか否かを判定し、上記条件の何れかが不成立であれば前記前記ステップS13～S15に移行して第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を禁止する。

【0051】前記ステップS11、S16～S20の条件が全て成立すれば、第2バルブ作動特性可変機構V₂を作動させるべくステップS21に移行する。ステップS21で第1バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTECが「0」であって第1バルブ作動特性可変機構V₁が低速用バルブタイミングを確立していれば、ステップS22で低速用バルブタイミングに対応する目標カム位相#C1CMD_Lをマップ検索し、また第1バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTECが「1」であって第1バルブ作動特性可変機構V₁が高速用バルブタイミングを確立していれば、ステップS23で高速用バルブタイミングに対応する目標カム位相#C1CMD_Hをマップ検索する。前記ステップS22、S23で使用されるマップは、吸気負圧センサS₄で検出した吸気負圧PBAと、エンジン回転数センサS₂で検出したエンジン回転数NEとをパラメータとして設定されている。

【0052】続くステップS24で、前記ステップS22、S23で検索したマップ値である目標カム位相#C1CMD_L、#C1CMD_Hを目標カム位相CAINCMDXとする。続くステップS25で、目標カム位相CAINCMDXから目標カム位相の前回値CAINCMD(n-1)を減算した偏差の絶対値をカム位相操

作量リミット値#DCACMDX（例えば、クランク角相当で2°）と比較し、その結果、|CAINCMDX-CAINCMD(n-1)|<#DCACMDXが成立して偏差の絶対値が比較的に小さいときには、ステップS26で目標カム位相CAINCMDXを目標カム位相の今回値CAINCMD(n)とする。

【0053】一方、前記ステップS25が不成立で偏差の絶対値が比較的に大きいときには、ステップS27で前記偏差CAINCMDX-CAINCMD(n-1)の符号を判定する。その結果、偏差CAINCMDX-CAINCMD(n-1)>0が成立すれば、ステップS28で、カム位相を段階的に進角側に变化させるべく、目標カム位相の前回値CAINCMD(n-1)に前記カム位相操作量リミット値#DCACMDXを加算した値を目標カム位相の今回値CAINCMD(n)とする。逆に、前記ステップS27で偏差CAINCMDX-CAINCMD(n-1)>0が成立しなければ、ステップS29で、カム位相を段階的に遅角側に变化させるべく、目標カム位相の前回値CAINCMD(n-1)から前記カム位相操作量リミット値#DCACMDXを減算した値を目標カム位相の今回値CAINCMD(n)とする。

【0054】前記ステップS25～S29により、目標カム位相の今回値CAINCMD(n)と前回値CAINCMD(n-1)との偏差がカム位相操作量リミット値#DCACMDXを越えた場合には、一気に目標カム位相を切り換えずに徐々に切り換えることで、急激なカム位相の変化によるカム位相フィードバック制御時のオーバーシュートを防止するとともに、例えばシフトチェンジ時等にエンジン回転数が瞬間的に上昇して直ぐに元に戻る際の不要なカム位相変更を防止することができる。

【0055】続くステップS30で、目標カム位相の今回値CAINCMD(n)を、それに水温補正係数KTWC1を乗算することにより補正する。図13に示すように、冷却水温センサS₃で検出した冷却水温TWをパラメータとして検索される水温補正係数KTWC1は、冷却水温TWが所定値以上で1に設定され、冷却水温TWが所定値未満で1からリニアに減少するように設定される。

【0056】続くステップS31で、目標カム位相の今回値CAINCMD(n)を最遅角位置からの制御実施カム位相#CAINL0（例えば、クランク角相当で3°あるいは5°）と比較し、目標カム位相の今回値CAINCMD(n)が制御実施カム位相#CAINL0未満である場合には、つまり最遅角位置からの制御量が極小の目標カム位相である場合（例えば、アイドル解除状態直後の低負荷運転時等）には、第2油圧制御弁64や第2バルブ作動特性可変機構V₂に駆動力を作用させる場合と比較して運転状態にそれ程の差異が生じることが

10

20

30

40

50

なく、カム位相の変更をした場合としない場合とで差がないため、前記ステップS13～S15に移行して第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を禁止する。

【0057】そして前記ステップS31で目標カム位相の今回値CAINCMD(n)が制御実施カム位相#CAINL0以上である場合には、ステップS32で始動モードおよび基本モードの切換時のハンチングを防止すべく前記第2バルブ作動特性可変機構作動用ディレイタイマTMCADLYがタイムアップするのを待った後に、ステップS33でバルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTCを「1」にセットして第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を許可する。

【0058】図11および図12のフローチャートは、第2バルブ作動特性可変機構V₂によりカム位相をフィードバック制御するルーチンを示すもので、このルーチンは所定時間毎に実行される。まず、ステップS41で第2バルブ作動特性可変機構故障フラグF_VTCNGが「0」にセットされていて第2バルブ作動特性可変機構V₂が正常であり、かつステップS42で第2バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTCが「1」にセットされていて第2バルブ作動特性可変機構V₂が作動中であるとき、ステップS43で、前記図9および図10のルーチンで算出した目標カム位相CAINCMDと、カムシャフトセンサS₁、およびクランクシャフトセンサS₂の出力から算出した実カム位相CAINとの偏差DCAINCMDを算出するとともに、ステップS44で実カム位相の前回値CAIN(n-1)および今回値CAIN(n)の偏差DCANINを算出する。

【0059】続くステップS45で第2バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTCが「0」から「1」に変化していれば、即ち、今回のループで第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動が禁止から許可に切り変わった場合には、ステップS46に移行して偏差DCAINCMDを第1フィードフォワード制御判定値#DCAINFFO(例えば、クランク角相当で10°)と比較する。その結果、前記偏差DCAINCMDが第1フィードフォワード処理判定値#DCAINFFOよりも大きければ、ステップS47で第2バルブ作動特性可変機構フィードフォワード制御フラグF_VTCFFを「1」にセットし、本来はフィードバック制御すべき第2バルブ作動特性可変機構V₂をフィードフォワード制御する。

【0060】即ち、ステップS48で第2バルブ作動特性可変機構V₂をPIDフィードバック制御する際のI項の今回値DV_IIN(n)を0に設定するとともに、ステップS49で第2バルブ作動特性可変制御の操作量の今回値DV_IINを上限リミット値#DVLMT_HOに設定した後、ステップS67で第2バルブ作動特性可変機構V₂の第2油圧制御弁64のデューティ比DOU_TVTを前記操作量の今回値DV_IIN(n)とする。以後

のループでは、前記ステップS45の答がNOになり、かつステップS50の答がYESになるため、再び前記ステップS46で偏差DCAINCMDと第1フィードフォワード処理判定値#DCAINFFOとの大きさを比較し、偏差DCAINCMDが大きい間はステップS47～S49を経てステップS67に移行する。

【0061】従って、第2バルブ作動特性可変機構V₂の制御が開始されたときに目標カム位相CAINCMDと実カム位相CAINとの偏差DCAINCMDが大きければ、その状態が続く間、第2バルブ作動特性可変制御の操作量の今回値DV_IINを定数である上限リミット値#DVLMT_HOに設定することにより、第2バルブ作動特性可変機構V₂を実質的にフィードフォワード制御することになる。

【0062】上記制御手法を採用する意味は以下のとおりである。第2バルブ作動特性可変機構V₂を最初からフィードバック制御しても応答性を確保することは可能であるが、カム位相が目標値に達した後のオーバーシュートを避けられない可能性が高く、精度の高い収束性を確保するのは困難である。そこで制御開始当初はフィードフォワード制御を採用し、偏差DCAINCMDが大きいために収束性が懸念される間だけフィードフォワード制御を継続することにより、応答性および収束性を両立させることができる。

【0063】前記ステップS46で、制御開始当初から偏差DCAINCMDが第1フィードフォワード処理判定値#DCAINFFO以下である場合、あるいは上述したフィードフォワード制御中に偏差DCAINCMDが第1フィードフォワード処理判定値#DCAINFFO以下になった場合、ステップS51で第2バルブ作動特性可変機構フィードフォワード制御フラグF_VTCFFを「0」にセットしてステップS52に移行する。ステップS52でPIDフィードバック制御のI項の前回値DV_IIN(n-1)が0であれば、ステップS53で前記I項の前回値DV_IIN(n-1)をI項初期値#DV_ISENに設定する。

【0064】続くステップS54で、偏差DCAINCMD(正值;目標カム位相が実カム位相より大きい場合)を、前記第1フィードフォワード制御判定値#DCAINFFOよりも小さい第2フィードフォワード制御判定値#DCAINF_FRと比較する。その結果、両者間の偏差が大きければ、ステップS56で操作量の今回値DV_IIN(n)を上限リミット値#DVLMT_H2に設定した後、ステップS67で第2バルブ作動特性可変機構V₂の第2油圧制御弁64のデューティ比DOU_TVTを前記操作量の今回値DV_IIN(n)とする。

【0065】同様に、ステップS55で偏差DCAINCMD(負値;実カム位相が目標カム位相より大きい場合)を、前記第1フィードフォワード制御判定値#DCAINFFOよりも絶対値が小さい第3フィードフォ

10

20

30

40

50

ード制御判定値#DCAINFFAと比較する。その結果、両者間の偏差が大きければ、ステップS57で操作量の今回値DVIN(n)を下限リミット値#DVLMTL1に設定した後、ステップS67で第2バルブ作動特性可変機構V₂の第2油圧制御弁64のデューティ比DOUVTを前記操作量の今回値DVIN(n)とする。

【0066】このように、前記ステップS46で偏差DCAINCMDが第1フィードフォワード制御判定値#DCAINFFO以下になった後も、前記ステップS54、S55で偏差DCAINCMDが第2、第3フィードフォワード制御判定値#DCAINFFR、#DCAINFFA以下になるまでは、操作量の今回値DVIN(n)を上限リミット値#DVLMTTHOから上限リミット値#DVLMTTH2あるいは下限リミット値#DVLMTL1に持ち換えてフィードフォワード制御を続行することにより、応答性および収束性の両立を図ることができる。

【0067】ところで、前記下限リミット値#DVLMTL1（ステップS57参照）は固定値であるのに対し、前記上限リミット値#DVLMTTH2（ステップS56参照）はフィードフォワード制御の収束性を高めるべく可変値とされ、冷却水温センサS₂で検出した冷却水温TWをパラメータとして、あるいは偏差DCAINCMDをパラメータとして図14に示すマップから検索される。

【0068】冷却水温TWの上昇に応じて上限リミット値#DVLMTTH2を増加させる理由は、冷却水温TWが上昇するに伴って油温が上昇して油圧が低めになり、かつデューティソレノイド67のコイル温が上昇して電気抵抗が増加するのを、操作量DVINを決定する上限リミット値#DVLMTTH2を増加させることにより補償するためである。また偏差DCAINCMDの増加に応じて上限リミット値#DVLMTTH2を増加させる理由は、偏差DCAINCMDが大きいために操作量DVINを増加させて実カム位相CAINを目標カム位相CAINCMDに速やかに収束性させるためである。

【0069】また目標カム位相CAINCMDが実カム位相CAINよりも大きいとき、つまり第2バルブ作動特性可変機構V₂が進角方向に作動する場合だけに可変値である上限リミット値#DVLMTTH2を採用する理由は、吸気カムシャフト5が吸気バルブ10、10側から受ける反力がカム位相を遅角側に变化させるように作用するため、その反力に抗してカム位相を確実に進角させる必要があるからである。尚、上限リミット値#DVLMTTH2だけでなく、下限リミット値#DVLMTL1も冷却水温TWや偏差DCAINCMDをパラメータとして持ち換えることができ、このようにすれば一層精密な制御が可能になることは言うまでもない。

【0070】さて、上述したフィードフォワード制御に

より偏差DCAINCMDが充分に小さくなって前記ステップS54、S55が共に不成立になると、PIDフィードバック制御を行うべく、ステップS58でP項ゲインKVP、I項ゲインKVIおよびD項ゲインKVDを算出した後、ステップS59でP項DVPIN、I項DVIINおよびD項DVDINを、

$$DVPIN \leftarrow KVP * DCAINCMD$$

$$DVIIN(n) \leftarrow KVI * DCAINCMD + DCAINCMD(n-1)$$

10
$$DVDIN \leftarrow KVD * DCANIN$$

により算出する。

【0071】続くステップS60～S63で、I項DVIINのリミット処理を実行することにより、該I項DVIINの過成長を抑制して収束性の低下を防止する。即ち、ステップS60でI項の今回値DVIIN(n)が上限リミット値#DVLMTTH1を越えていれば、ステップS62で前記上限リミット値#DVLMTTH1をI項の今回値DVIIN(n)とし、またステップS61でI項の今回値DVIIN(n)が下限リミット値#DVLMTL1未満であれば、ステップS63で前記下限リミット値#DVLMTL1をI項の今回値DVIIN(n)とする。

【0072】前記ステップS60、S61で、I項の今回値DVIIN(n)が上限リミット値#DVLMTTH1および下限リミット値#DVLMTL1間に納まっていれば、ステップS64でPIDフィードバック制御の操作量の今回値DVIN(n)を、P項DVPIN、I項DVIINおよびD項DVDINの和として算出する。

【0073】続いて、ステップS65、S66、S56、S57で、操作量の今回値DVINのリミット処理を実行する。即ち、ステップS65で操作量の今回値DVIN(n)が上限リミット値#DVLMTTHを越えていれば、前記ステップS56で前記上限リミット値#DVLMTTHを操作量の今回値DVIN(n)とし、またステップS66で操作量の今回値DVIN(n)が下限リミット値#DVLMTL1未満であれば、前記ステップS57で前記下限リミット値#DVLMTL1を操作量の今回値DVIN(n)とする。そして前記ステップS67で前記操作量DVINを第2油圧制御弁64のデューティ比DOUVTとして、目標カム位相CAINCMDと実カム位相CAINとの偏差DCAINCMDを0に収束させるべく第2バルブ作動特性可変機構V₂をフィードバック制御する。

【0074】ところで、前記ステップS41で第2バルブ作動特性可変機構V₂が故障中であって第2バルブ作動特性可変機構故障フラグF₂VTCNGが「1」にセットされているとき、ステップS68を経てステップS69で、操作量の今回値DVIN(n)を、例えばデューティソレノイド67のデューティ比50%に相当する故障復帰設定値#DVLMTMに設定し、続くステップ

S70で故障復帰タイマーTMVTCNG（例えば、3 sec）をセットする。次のループから故障復帰タイマーTMVTCNGがタイムアップするまでの間、ステップS68の答がNOになるため、ステップS71で操作量の今回値DVIN(n)を0に設定する。

【0075】上記制御により、第2バルブ作動特性可変機構V₂が故障した場合に、第2油圧制御弁64を最遅角状態にした上で、所定時間間隔で瞬間的に進角側に作動させることができる。その結果、ゴミの噛み込みによる故障が発生した場合や、油圧回路の脈動等によって瞬間的に故障判断がなされた場合に、第2バルブ作動特性可変機構V₂、あるいは第2油圧制御弁64を自動的に正常状態に復帰させることができる。

【0076】また前記ステップS42で第2バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTCを「0」にセットされていて第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動が禁止されているとき、ステップS72で第2バルブ作動特性可変機構フィードフォワード制御フラグF_VTCFFを「0」にセットし、更にステップS73で1項の今回値DVIN(n)を0に設定した後にステップS74に移行する。

【0077】そしてステップS74で第1バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTECが「0」（低速用バルブタイミング）であれば、ステップS75で操作量の今回値DVIN(n)を低速用バルブタイミングに見合った設定値#DVLMTLOL（デューティ比10%相当）に固定し、またステップS74で第1バルブ作動特性可変機構制御許可フラグF_VTECが「1」

（高速用バルブタイミング）であれば、ステップS76で操作量の今回値DVIN(n)を高速用バルブタイミングに見合った設定値#DVLMTLOH（デューティ比50%相当）に固定する。

【0078】尚、低速用バルブタイミングに見合った設定値#DVLMTLOL（デューティ比10%相当）は、第2バルブ作動特性可変機構V₂のロックピン47がロック孔7、から離脱する直前の値に相当し、また高速用バルブタイミングに見合った設定値#DVLMTLOH（デューティ比50%相当）は、第2油圧制御弁64のスプール66が中立位置に保持される値に相当する。

【0079】このように、第2バルブ作動特性可変機構V₂の作動を禁止してカム位相を最遅角状態に固定するとき、第1バルブ作動特性可変機構V₁により高速用バルブタイミングが選択されている場合に限って、第2油圧制御弁64のデューティ比を高速用バルブタイミングに見合った設定値（例えば、50%）に設定して第2油圧制御弁64のスプール66を中立位置に保持することにより、前述したように第2バルブ作動特性可変機構V₂における油圧のリークを防止し、第1バルブ作動特性可変機構V₁による高速用バルブタイミングの確立を確

実なものとして行うことができる。

【0080】以上、本発明の実施例を説明したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

【0081】例えば、本発明のバルブ作動特性可変機構は実施例の第2バルブ作動特性可変機構V₂に限定されず、電気アクチュエータでカム位相を変化させるものでも良い。また実施例では機関温度として冷却水温TWを採用しているが、油温等の他の温度を採用することができる。

【0082】

【発明の効果】以上のように請求項1に記載された発明によれば、目標カム位相と実カム位相との偏差がフィードフォワード判定閾値を越えたときにバルブ作動特性可変機構を基本操作量でフィードフォワード制御することにより、フィードバック制御を行ったときに懸念されるオーバーシュートの発生による収束性の低下を防止し、また偏差がフィードフォワード判定閾値以下になって前記オーバーシュートが発生する虞がなくなったときにバルブ作動特性可変機構をフィードバック制御することにより、高い応答性および収束性で実カム位相を目標カム位相に収束させることができる。しかもフィードフォワード制御を行う際に、機関温度が高いほど、あるいは偏差が大きいほど前記基本操作量を増加させるので、フィードフォワード制御における収束性を一層高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関の全体斜視図

【図2】図1の2方向拡大矢視図

【図3】図2の3-3線断面図

【図4】図2の4-4線断面図

【図5】図3の5-5線断面図

【図6】図2の6-6線断面図

【図7】バルブ作動特性可変機構の油圧回路図

【図8】第2油圧制御弁の縦断面図

【図9】目標カム位相算出ルーチンのフローチャートの第1分図

【図10】目標カム位相算出ルーチンのフローチャートの第2分図

【図11】第2バルブ作動特性可変機構のフィードバック制御ルーチンの第1分図

【図12】第2バルブ作動特性可変機構のフィードバック制御ルーチンの第2分図

【図13】冷却水温TWから水温補正係数KTWC Iを検索するマップを示す図

【図14】冷却水温TWあるいは偏差DCAINCMDから上限リミット値#DVLMT H2を検索するマップを示す図

【符号の説明】

CAIN

実カム位相

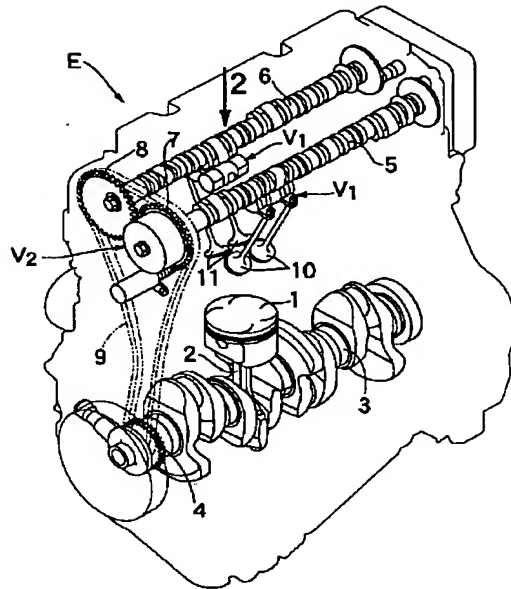
19

20

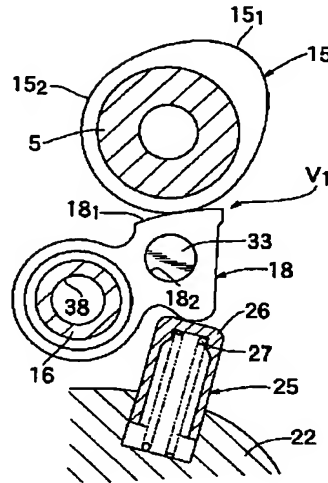
CAINCMD 目標カム位相
 DCAINCMD 偏差
 #DCAINFRR 第2フィードフォワード制御判
 定値(フィードフォワード判定閾値)
 #DVLMT2 上限リミット値(基本操作量)*

*E 内燃機関
 TW 冷却水温(機関温度)
 U 電子制御ユニット(制御手段)
 V₂ 第2バルブ作動特性可変機構(バルブ作動
 特性可変機構)

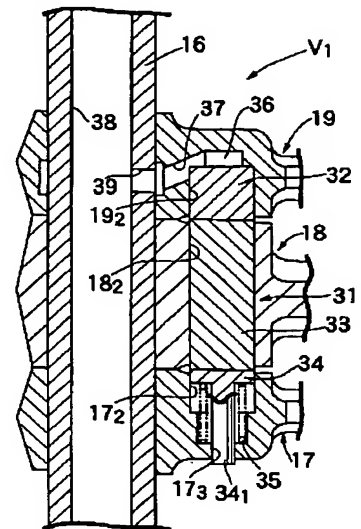
【図1】



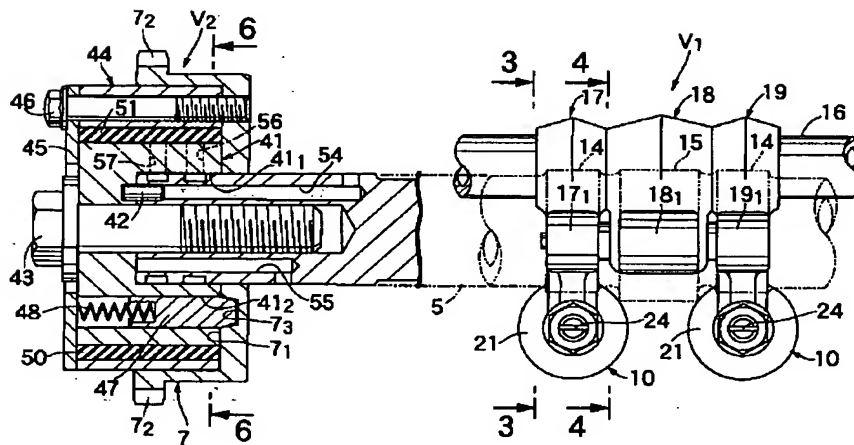
【図4】



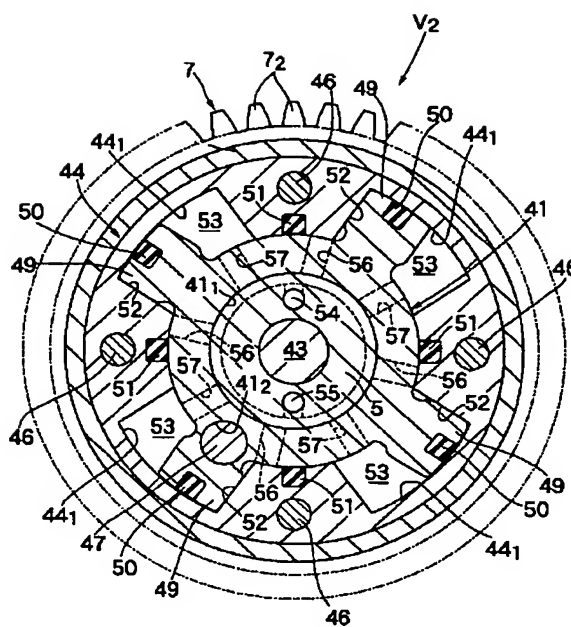
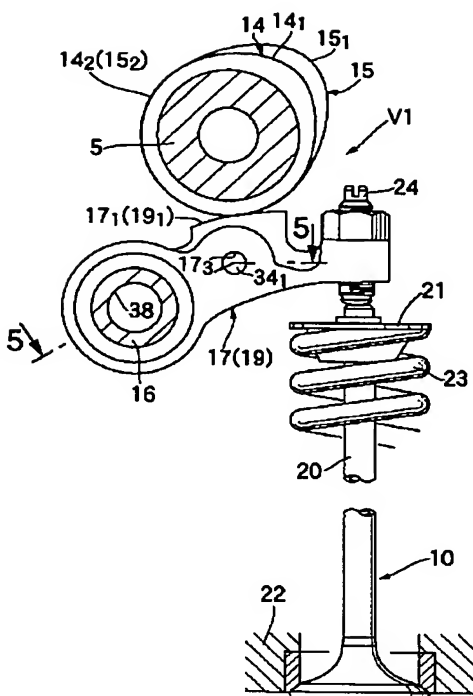
【図5】



【図2】

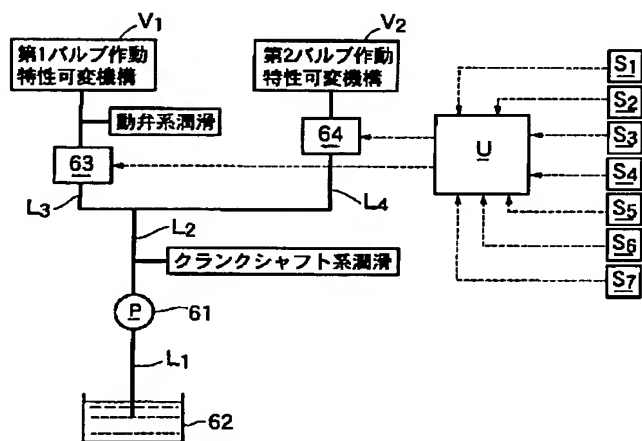


【圖 6】

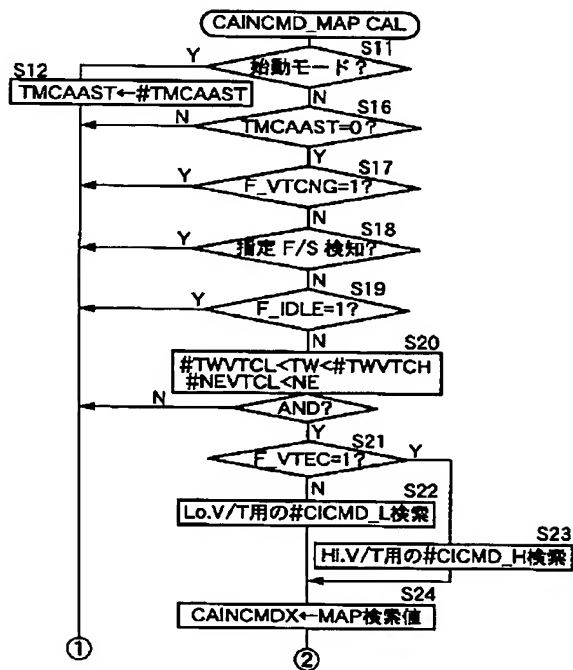
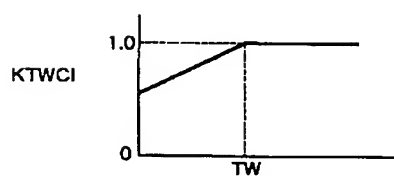


【圖9】

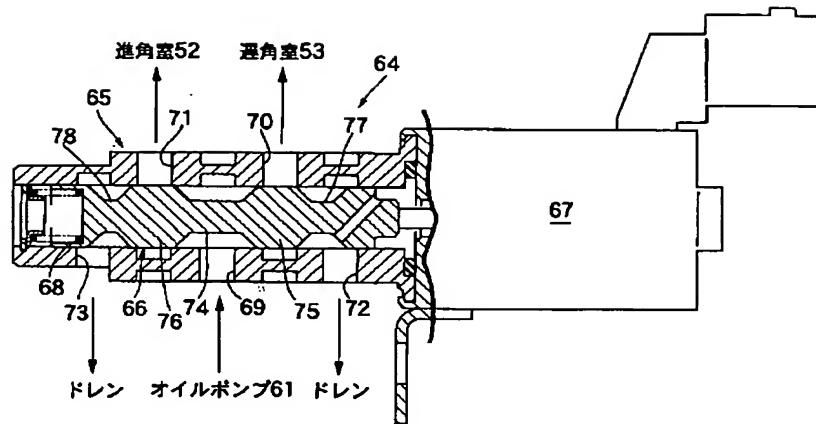
【図7】



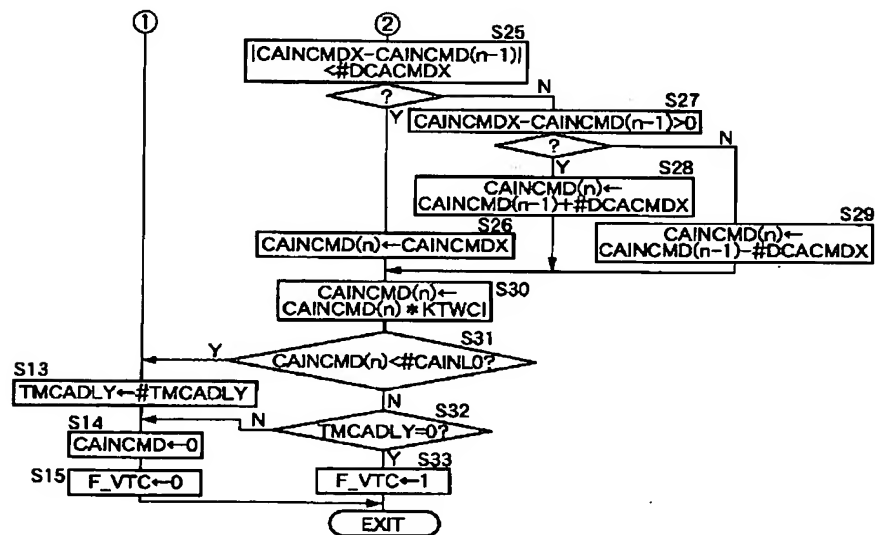
【图 13】



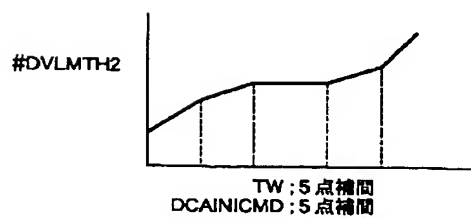
【図8】



【図10】



【図14】



```

graph TD
    Start(( )) --> S41{F.VTCNG=1?}
    S41 -- Y --> J1((1))
    S41 -- N --> S42{F.VTC=1?}
    S42 -- Y --> S43[DCAINCMD←  
DCAINCMD-CAIN]
    S43 --> S44[DCAIN←  
CAIN(n-1)-CAIN(n)]
    S44 --> S45{F.VTC=0→1?}
    S45 -- Y --> S46{F.VTCFF=1?}
    S45 -- N --> S50{F.VTCFF=1?}
    S46 -- Y --> S47[F.VTCFF←1]
    S46 -- N --> S48{DCAINCMD>DCAINFFO?}
    S48 -- Y --> S49[F.VTCFF←1]
    S48 -- N --> S51{F.VTCFF=0}
    S50 -- Y --> S46
    S50 -- N --> S51
    S51 --> S52{DVIIN(n-1)=0?}
    S52 -- Y --> S53[DVIIN(n-1)←#DIVISEN]
    S52 -- N --> S54{DCAINCMD>DCAINFFR?}
    S53 --> S54
    S54 -- Y --> J2((3))
    S54 -- N --> S55{DCAINCMD>DCAINFFA?}
    S55 -- Y --> J3((5))
    S55 -- N --> S58[KVP/KVI/KVD算出処理]
    S58 --> S59[DVPIN←KVP×DCAINCMD  
DVIIN(n)←  
KVI×DCAINCMD+DVIIN(n-1)  
DVDIN←KVD×DCAIN]
    S59 --> J4((4))
    J3 --> J4
    J4 --> End(( ))

```

```

graph TD
    Start([START]) --> S60{DVIIN(n) > #DVLMT H1?}
    S60 -- Y --> S83[S83]
    S60 -- N --> S81{DVIIN(n) < #DVLMT L?}
    S81 -- Y --> S83
    S81 -- N --> S64[DVIN(n) ← DVPIN + DVIIN(n) + DVPIN]
    S64 --> S65{DVIN(n) > #DVLMT H?}
    S65 -- Y --> S66{DVIN(n) < #DVLMT L?}
    S65 -- N --> S66
    S66 -- Y --> S57[DVIN(n) ← #DVLMT L]
    S66 -- N --> S56[DVIN(n) ← #DVLMT H2]
    S56 --> S67[DOUVT ← DVIN(n)]
    S56 --> S68{TMVTCNG = 0?}
    S68 -- Y --> S69[DVIN(n) ← #DVLMT M]
    S68 -- N --> S71[DVIN(n) ← 0]
    S69 --> S70[TMVTCNG セット]
    S70 --> S68
    S71 --> S68
    S83 --> S73[DVIIN(n) ← 0]
    S73 --> S74{F_VTEC = 1?}
    S74 -- Y --> S75[DVIN(n) ← #DVLMT L O L]
    S74 -- N --> S76[DVIN(n) ← #DVLMT L O H]
    S75 --> S67
    S76 --> S67
    S67 --> EXIT([EXIT])

```


フロントページの続き

(72)発明者 湧井 正之
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

F ターム(参考) 3G016 AA08 AA19 BA03 BA06 BA23
BA28 BA38 BA39 BA42 BB13
BB17 CA29 DA06 DA08 DA22
GA06
3G092 AA11 DA01 DA02 DA04 DA09
DA14 DF04 DF09 DG02 DG05
EA01 EA09 EA11 EA14 EA17
EA21 EA22 EA26 EA27 EB08
EB09 EC01 EC07 EC08 EC09
FA05 FA06 HA05Z HA06Z
HA13X HA13Z HE01Z HE04Z
HE08Z

This Page Blank (uspro)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto,